پودمان ۵

بازرسی با ذرات مغناطیسی

قابل توجه هنرآموز گرامی

- همان‌گونه که در بازرسی چشمی و در بازرسی با مواد نافذ تأکید گردید، سعی کنید نسبت به تأمین تجهیزات و مواد مصرفی مورد نیاز در بخش بازرسی با ذرات مغناطیسی با مرکز آموزش در تماس بوده تا تجهیزات و سایر نیازها قبل از شروع کلاس‌ها تأمین شده باشد.
- در تأمین نیازها با مسئول خرید همکاری نموده و در تماس باشید تا هم دقت و هم سهولت در خرید انجام پذیرد.
- همان‌گونه که قبلاً تذکر داده شد، شما هنرآموز گرامی چنانچه علاقه‌مند هستید یک آموزش بی‌دغدغه موفق و بانشاط ارائه دهید باید یک مجموعه از نمونه‌های معیوب و سالم هم جهت آموزش و هم جهت ارزیابی در دست داشته باشید. نمونه‌هایی که باید دارای نواقصی باشند که برخی یا کلیه ناپیوستگی‌ها قابل‌مشاهده با چشم نباشند.

لذا: خود از همین الان این کار را شروع کنید. شما می‌توانید:

- به مراکز صنعتی مرتبط مراجعه و درخواست نمونه‌های معیوب نمایید.
- خود مبادرت به ساخت این نمونه‌ها نمایید.
- به کمک هنرجویان این کار را انجام دهید.
- نمونه‌های جالب ساخته شده هنرجویان را نگهداری کنید.

توجه داشته باشید که:

بازرسی‌های غیرمخرب از جمله: روش بازرسی چشمی، بازرسی با مواد نافذ و بازرسی با ذرات مغناطیسی منحصر به جوش نبوده و کاربرد به اصطلاح عمومی (General) دارند. بنابراین هم در تدریس هم در جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی می‌توانید از قطعات صنعتی در سایر فرایندها مانند ماشین‌کاری، ریختگی، فورج و... نیز استفاده کنید.

در تدریس این روش‌ها به‌کارگیری تجهیزات مرتبط با تکنولوژی‌های آموزشی مانند ویدیوپروژکتور و استفاده از نرم‌افزارهایی چون Power point توصیه می‌شود.

نکته آموزشی: از موادی که غیرفرومغناطیسی هستند، مانند استیل زنگ نزن استفاده کنید. در این حالت نقش یک آهنربا را در تشخیص مواد فرومغناطیسی از غیر فرومغناطیسی توضیح و آموزش دهید.

در پایان توجه داشته باشید که جنس نمونه‌ها و یا فلز پایه در بازرسی (M.T) باید از نوع فرومغناطیس باشند.

مقدمه

با اشاره به آزمون‌های غیرمخرب و پرسش سؤالاتی از دو بخش گذشته یعنی بازرسی چشمی و مواد نافذ، هنرجویان را برای یادگیری روش سوم یعنی بازرسی با ذرات مغناطیس‌شونده آماده کنید.
توضیح تفاوت و مزیت‌های روش بازرسی با ذرات مغناطیس شونده.
در شروع این بخش هنرجویان باید با مفاهیم مغناطیس، فرومغناطیس و چگونگی تشخیص مواد فرومغناطیس و غیرفرامغناطیس آشنا شوند.
آموزش اصول بازرسی را با بحث درباره تصویر ۱ـ ۵ (در مراحل ۱ الی ۴ چه اتفاقی افتاده است)؟ شروع نمایید.
همان‌گونه که توجه خواهید داشت انتهای یک آهنربا ذرات پودر آهن را به خود جذب می‌کند.
حال چنانچه در یک مغناطیس دورانی‌شکل، بخشی از مغناطیس دچار گسیختگی گردد، ذرات بیشتری را به خود جذب می‌نماید.

اصول بازرسی با ذرات مغناطیسی

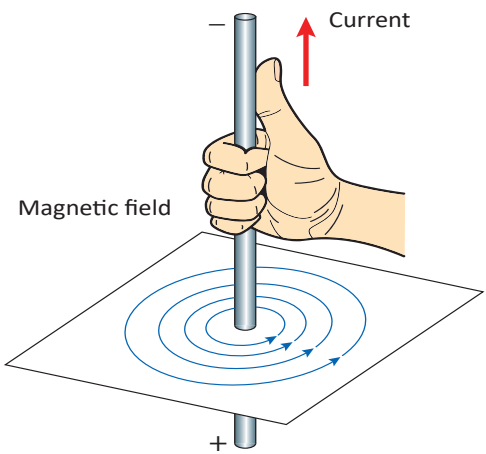
چنانچه جریان برق به یک نمونه فرومغناطیسی اعمال گردد، قطعه به مغناطیس تبدیل می‌گردد.
این نمونه دارای میدان مغناطیسی و خطوط میدان می‌باشد. حال اگر این خطوط میدان توسط یک ناپیوستگی قطع گردد، خطوط میدان دچار تغییر شکل گردیده و آثار این تغییر در سطح نمونه به شکل یک نشتی مغناطیسی (Magnetic leakage) ظاهر خواهد شد.
این قسمت آسیب‌دیده در سطح نمونه به دو علت: یعنی ایجاد قطب N و S آهنربایی و یا بروز نشتی مغناطیسی قوی‌تر از سایر قسمت‌های نمونه می‌تواند ذرات بسیار ریز آهنی را به خود جذب و به شکل نقص ظاهر گردد.

جریان برق ـ بازرسی

اگر چه از مغناطیس دائم نیز در این نوع بازرسی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما سهم بسیار ناچیزی را در بازرسی‌ها به خود اختصاص می‌دهد.
استفاده از جریان برق در بازرسی ضروری است. نوع جریان در چگونگی بازرسی تأثیرگذار است. بازرسی با جریان برق از نوع مستقیم (DC) برای شناسایی نواقص عمقی‌تر و بازرسی با جریان متناوب (AC) برای بازرسی نواقص سطحی مفید می‌باشد.
توضیح چند مورد جریان با شکل در این بخش در کتاب هنرجویان ارائه شده است.

انواع میدان مغناطیسی

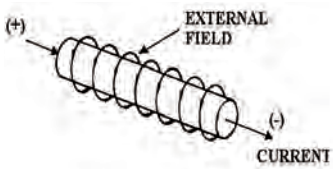
دانستن انواع میدان مغناطیسی از نظر شکل القایی مهم می‌باشد، زیرا شناسایی نقص به‌طور دقیق متناسب با نوع میدان می‌باشد.
در شکل براساس قانون دست راست میدان دورانی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱

میدان دورانی (circular field)

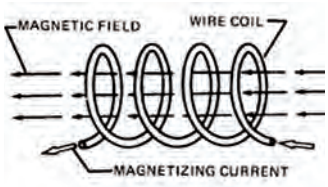
این نوع میدان زمانی در نمونه ایجاد می‌گردد که براساس قانون دست راست جهت جریان از راستای قطعه و از درون آن عبور نماید در این حالت نواقصی که عمود بر میدان باشند بهتر مشخص می‌گردند. (نواقص طولی)



شکل ۲

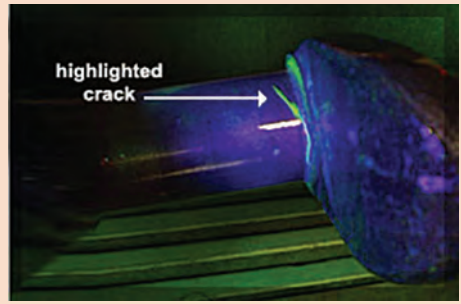
میدان خطی (Longitudinal field)

این نوع میدان زمانی در نمونه ایجاد می‌گردد که براساس قانون دست راست جهت جریان از دور قطعه عبور نماید در این حالت نواقصی که عمود بر میدان باشند بهتر مشخص می‌گردند. (نواقص عرضی)



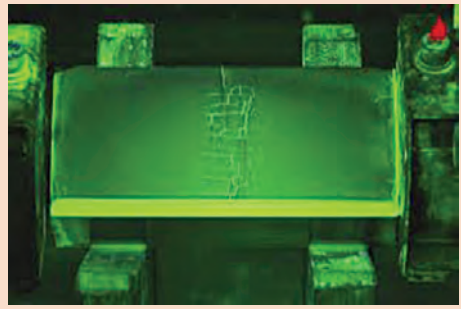
شکل ۳

در شکل‌های زیر مشخص کنید چه نوع میدانی در شناسایی نواقص به‌کار گرفته شده است.



میدان خطی

میدان دورانی



هر دو میدان

شکل ۴

تمرین

مشخص کنید کدام یک از مواد زیر دارای خاصیت مغناطیس‌پذیری می‌باشند؟

چدن	آهن	مس	نیکل	سرب	آلومینیوم	فولاد زنگ‌نزن
دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد

محاسبه میزان جریان

دستگاه یوک (Yoke) نیاز به محاسبه جریان ندارد.

در دستگاه‌های متحرک کلیدهای انتخاب جریان، زمان و نوع جریان وجود دارد.

نکته: چنانچه در یک بازرسی از جریان کم استفاده شود، بازرسی ضعیف و اگر از جریان بیش از حد مجاز باشد ممکن است نمونه آسیب ببیند.

جریان مورد نیاز جهت بازرسی در میدان دورانی به صورت $I = D \times (۱۰۰ \sim ۱۵۰)$ محاسبه می‌گردد.

جریان مورد نیاز جهت بازرسی در میدان خطی به‌صورت $N \times I = \frac{۲۲۰۰۰ \sim ۴۵۰۰۰}{L / D}$ محاسبه می‌گردد.

نکته: برخی اوقات هنرجویان در حل معادله فوق دچار اشتباه می‌شوند.

(ص) $\frac{۴۵۰۰۰}{۱۰ / ۲} = ۹۰۰۰$ (غ) $\frac{۴۵۰۰۰}{۱۰ / ۲} = ۲۲۵۰$

نکته

عدد صورت کسر می‌تواند هر عددی بین ۲۲۰۰۰ الی ۴۵۰۰۰ و متناسب با حساسیت بازرسی انتخاب شود.

تمرین

در بازرسی با ذرات مغناطیسی از یک نمونه فولادی بسیار حساس به طول ۳۰ سانتی‌متر و قطر ۳ سانتی‌متر از ۵ دور کابل استفاده شده است. میزان آمپر را به‌دست آورید.

الف) ۵۰۰۰۰ ب) ۳۰۰۰ ج) ۹۰۰۰ * د) ۹۰۰

نکته: با توجه به بسیار حساس بودن نمونه از ضریب (۴۵۰۰۰) استفاده کنید.

تجهیزات بازرسی با روش ذرات مغناطیس شونده

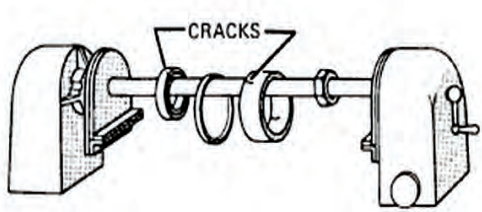
توجه: تجهیزات مغناطیسی باید متناسب با اندازه و تعداد نمونه‌هایی که قرار است بازرسی شوند، انتخاب و خریداری گردند. لذا در صورت تصمیم به استفاده از دستگاه ثابت در یک محیط آموزشی بهتر است از نوع کوچک آن خریداری شود. با یک یوک نیز می‌توان نیازهای یک آزمایشگاه بازرسی کوچک را تأمین نمود.

تجهیزات

- **دستگاه ثابت:** بازرسی معمولاً دارای کلیدهای لازم جهت بازرسی و مخزن نگهداری ذرات تر و چراغ فرابنفش می‌باشد.
- **دستگاه‌های منقول**
  - یوک (YOKE) مغناطیسی
  - تیزک‌ها (PRODS)

  ویژگی‌های این دستگاه‌ها در کتاب هنرجویان آورده شده است.
  - دستگاه چرخدار متحرک (MOBILE) دارای کابل و کلید انتخاب جریان می‌باشد. معمولاً برای بازرسی با PRODS از این نوع دستگاه استفاده می‌شود.
- **لامپ فرابنفش:** توضیحات آن در فصل بازرسی با مواد نافذ کتاب هنرجویان آمده است.
- **نشان‌دهنده میدان:** اهمیت این دستگاه کوچک به علت نشان دادن یا ندادن مغناطیس در نمونه تحت بازرسی می‌باشد. (در زمان بازرسی و در زمان مغناطیس‌زدایی)
- **میله هادی مرکزی:** این میله که معمولاً از جنس مسی می‌باشد برای تست نمونه‌های رینگی شکل استفاده می‌شود. میله از درون قطعات عبور کرده سپس بین دو فک دستگاه محکم می‌شود.

با اعمال جریان قطعات مغناطیس شده و بازرسی می‌گردند.



شکل ۵ ـ بازرسی با میله مرکزی

مواد مصرفی

برای اجرای کارهای کارگاهی یا آزمایشگاهی حداقل مواد مصرفی مورد نیاز به شرح ذیل می‌باشد:

- ذرات مغناطیس‌شونده به‌صورت اسپری مشکی.
- ذرات مغناطیس‌شونده به‌صورت اسپری فلورسانس.
- رنگ سفید مخصوص بازرسی (WHITE CONTRAST) با ذرات مغناطیس‌شونده مشکی.
- ذرات مغناطیس‌شونده پودری شکل مرئی

به دسته‌بندی ذرات در کتاب هنرجویان توجه نمایید.

نکته

ذرات از نوع فلورسانس باید با نور فرابنفش و ترجیحاً در اتاق تاریک انجام پذیرد. روش زمینه سفید یک روش مرئی می‌باشد که روی آن از جوهر یا ذرات مشکی رنگ برای بازرسی استفاده می‌شود.

توضیح منحنی هیسترسیس

به نکات مهم و کاربردی در این منحنی توجه فرمایید.

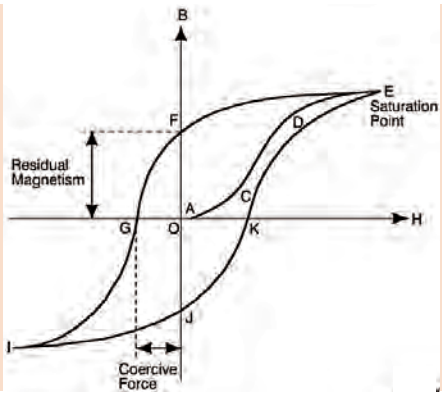
E برابر با نقطه اشباع مغناطیسی

FA برابر با مغناطیس پس‌ماند

B فلوی میدان مغناطیسی

H شدت

همان‌گونه که مشاهده می‌کنید این یک منحنی با داشتن میزان ایده‌آلی از مغناطیس پس‌ماند FA می‌باشد، لذا این نمونه را می‌توان با تکنیک پس‌ماند بازرسی نمود.



شکل ۶

مراحل بازرسی

نکات اساسی مهم در مراحل انجام بازرسی با ذرات مغناطیسی مربوط به اولین و آخرین مرحله بازرسی می‌گردد.
در اولین مرحله باید از فرومغناطیس بودن نمونه مطمئن شویم.
و در اخرین مرحله نیز باید از عدم وجود مغناطیس در قطعه آگاه شویم.
در این دو مرحله وجود یک آهنربا و دستگاه نشان‌دهنده میدان (field indicator) مورد نیاز می‌باشد.

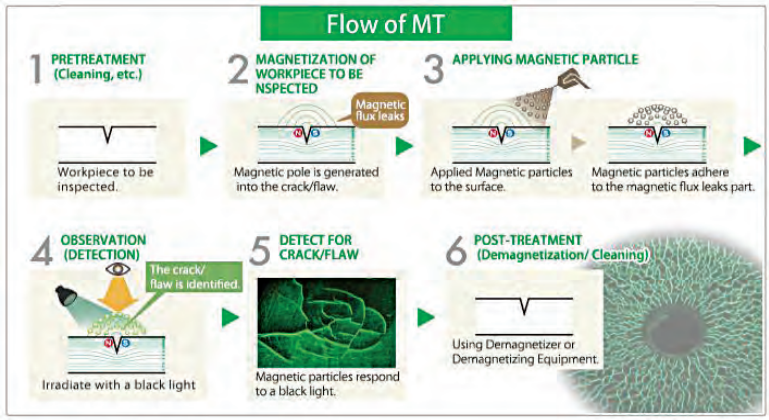
خلاصه مراحل بازرسی

- تأیید روش
- انتخاب فاکتورهای بازرسی (نوع و میزان جریان ـ تکنیک بازرسی)
- آماده‌سازی نمونه و دستگاه
- قرار دادن قطعه در محل بازرسی در دستگاه یا برعکس
- اعمال جریان
- اعمال ذرات
- بازرسی با نور مناسب با توجه به نوع ذرات
- ثبت علائم روی نمونه
- ثبت در فرم بازرسی
- مغناطیس‌زدایی

توجه داشته باشید که اعمال جریان و پاشش ذرات باید مناسب با تکنیک بازرسی اعمال گردد. در روش پس‌ماند پاشش ذرات پس از قطع جریان انجام می‌پذیرد، اما در روش مداوم ابتدا ذرات پاشیده می‌شود و اعمال جریان بلافاصله پس از قطع پاشش انجام می‌شود.

نکته

برای حصول اطمینان از شناسایی کلیه نواقص در نمونه بازرسی باید در دو جهت عمود بر هم انجام پذیرد.

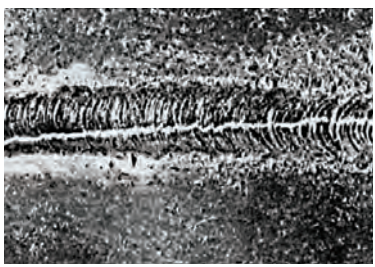


توضیح شکل

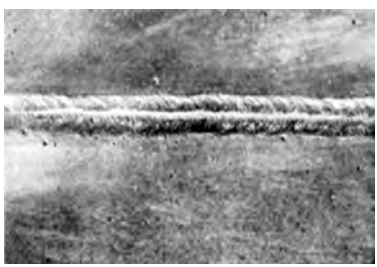
۱ عملیات قبل از بازرسی (تمیزکاری ....)
۲ مغناطیس نمودن نمونه
۳ پاشش ذرات مغناطیس‌شونده
۴ مشاهده
۵ شناسایی نقص مانند ترک
۶ عملیات بعد از بازرسی مانند مغناطیس‌زدایی.

چگونه ناپیوستگی‌های سطحی و زیرسطحی را تشخیص دهیم؟

شکل نقص در حالتی که سطحی باشد به‌صورت واضح و تیز دیده می‌شود اما نواقص زیرسطحی معمولاً پهن و کدر می‌باشند:



شکل یک ترک سطحی



شکل یک نقص زیرسطحی

شکل ۷

علائم نامربوط (Non relevant indications)

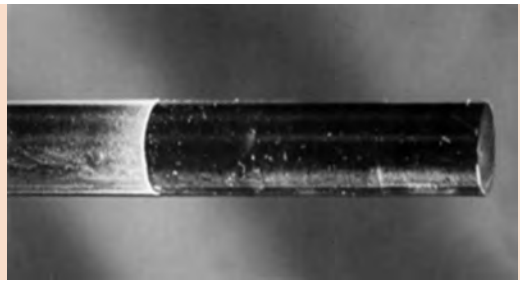
این علائم در همه روش‌ها وجود دارند و در واقع نوعی نقص‌نما می‌باشند.
نحوه تشخیص این علائم بستگی به موارد ذیل دارد :

شناخت نمونه

در این حالت باید از نقاط دو قسمتی قطعه آگاه باشیم. در سوپاپ موتور ماشین یک بخش مقاوم به حرارت و بخشی نیز مقاوم به ضربه می‌باشد در مرز این دو بخش یا در قطعات دو ساختاری دیگر به احتمال زیاد ذرات متمرکز می‌شوند و شکل نقص را نشان می‌دهند.

تمیزکاری دقیق

تمیزکاری ضعیف به ویژه در داخل شیار و رزوه‌ها ممکن است به صورت نقص بروز نماید یا لکه‌های چربی یا لایه‌های اکسیدی باقی مانده روی سطح ذرات را به خود جذب و به شکل نقص نمایان می‌شود.
به تنوع این علائم در کتاب هنرجویان توجه فرمایید.
قطعات PRESS FIT قطعاتی هستند که از دو قسمت در هم پرس شده ساخته شده‌اند و اغلب به علت ماشین‌کاری مرز این دو بخش در سطح دیده نمی‌شوند اما در بازرسی با جذب ذرات مغناطیسی بروز پیدا می‌کنند.



شکل ۸ــ نقص نامربوط در یک میله دوجنسی

روش‌های بازرسی (تکنیک‌های بازرسی)

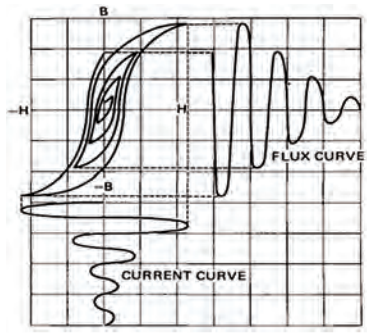
اگرچه استفاده از یوک (yoke)، (prods) و استفاده از میله هادی مرکزی از تکنیک‌های بازرسی محسوب می‌شوند اما بازرسی با میدان دورانی و خطی از مهم‌ترین نوع بازرسی محسوب گردیده و اغلب قطعات حساس صنعتی با این تکنیک‌ها بازرسی می‌شوند.
از نگاهی دیگر همان‌گونه که قبلاً نیز یادآوری کردیم با توجه به جنس نمونه و شکل منحنی هیسترسیس آن دو روش مداوم (continuous) و پس‌ماند را داریم. در روش مداوم منحنی هیسترسیس را به اصطلاح لاغر می‌گویند و میزان کربن فلز پایه در این منحنی تأثیرگذار می‌باشد. قطعات کم کربن که مغناطیس را در خود نگه نمی‌دارند یا میزان کمی پس‌ماند دارند، با روش مداوم بازرسی می‌شوند. فلز پایه با میزان کربن زیاد با روش پس‌ماند تست می‌شوند و به منحنی هیسترسیس این مواد معمولاً منحنی چاق می‌گویند.

مغناطیس‌زدایی (DEMAGNETIZATION)

در بحث مغناطیس‌زدایی همیشه سه موضوع باید مدنظر هنرآموز گرامی برای تأکید به هنرجویان قرار داشته باشد.
اهمیت مغناطیس‌زدایی، روش‌های مغناطیس‌زدایی و حصول اطمینان از عدم وجود مغناطیس باز مانده در نمونه.
همان‌گونه که در کتاب هنرجویان نیز آمده است در نمونه‌های حساس ممکن است وجود مغناطیس پس‌ماند در نمونه موجب آسیب و ضرر و زیان گردد.
به عنوان مثال وجود مغناطیس در کنار سیستم‌های الات دقیق هواپیما موجب تأثیر و تغییر در روند اندازه‌گیری‌ها می‌نماید، که بسیار خطرناک می‌باشد. در سیستم‌های مکانیکی که با روغن کار می‌کنند نیز وجود مغناطیس باعث مغناطیس شدن قطعات و جذب براده‌های میکروسکوپی آهنی و کاهش عمر در آن به دلیل افزایش سایش، می‌گردد.
روش‌های مغناطیس‌زدایی در کتاب هنرجویان آمده است.

نکته

در روش مغناطیس‌زدایی با روش کاهش تدریجی جریان در واقع هر بار با کاهش جریان، مغناطیس پس‌ماند نیز کاهش یافته و سر انجام به صفر می‌رسد.
به شکل منحنی هیسترسیس در این رابطه دقت فرمایید.



تمرین

کدام روش مغناطیس‌زدایی براساس منحنی هیسترسیس انجام می‌پذیرد؟

- ☐ معکوس کردن جریان.
- ☐ تقلیل پله‌ای جریان تا صفر.
- ☐ دور کردن نمونه از محیط مغناطیسی.

تشخیص وجود مغناطیس در نمونه

با اهمیت مغناطیس‌زدایی آشنا شدید.
جهت تشخیص وجود مغناطیس در نمونه، از دستگاهی به نام نشان‌دهنده میدان (Field Indicator) استفاده می‌شود.
معمولاً این دستگاه که نمونه‌های دیجیتال آن نیز موجود می‌باشد بر حسب واحد گاوس (Gauss) می‌باشد. میزان قدرت میدان مغناطیسی مورد نیاز در نمونه‌ها توسط مهندس بازرس تعیین می‌شود.به عنوان مثال حداقل مغناطیس پس‌ماند در برخی از نمونه‌های صنعتی باید ۵ گاوس باشد

شکل ۹ــ دستگاه نشان‌دهنده میدان

محدودیت (Disadvantage)

مزیت (Advantage)

نکات ارائه‌شده در کتاب هنرجویی برای این دوره کافی می‌باشد.

تمرین

در بازرسی با ذرات مغناطیسی از یک نمونه فولادی بسیار حساس به طول ۳۰ سانتی‌متر و قطر ۳ سانتی‌متر از ۵ دور کابل استفاده شده است. میزان آمپر را به‌دست آورید.

الف) ۵۰۰۰۰ ب) ۳۰۰۰ ج) ۹۰۰۰ * د) ۹۰۰

نکته: با توجه به بسیار حساس بودن نمونه از ضریب (۴۵۰۰۰) استفاده کنید.

در این بخش مشخص کنید کدام مورد محدودیت و کدام مورد مزیت روش بازرسی با ذرات مغناطیسی می‌باشد.

ردیف	مورد	محدودیت	مزایا
۱	بازرسی یک قطعه فولاد زنگ‌نزن		*
۲	بازرسی عمقی	*	
۳	بازرسی شیشه	*	
۴	بازرسی نواقص زیرسطحی		*
۵	نیاز به برق	*	
۶	سرعت بازرسی در مقایسه با مواد نافذ		*
۷	بازرسی نمونه با رنگ و پوشش	*	

این فرم مانند فرم بازرسی چشمی و مواد نافذ دارای اطلاعات مرتبط با کارفرما، اطلاعات فنی روش بازرسی، مشخصات نمونه و بازرس می‌باشد.

فرم بازرسی با روش ذرات مغناطیسی M.T TEST REPORT _ FORM

فرم گزارش بازرسی با ذرات مغناطیس شونده

پیمانکار / Owner		شماره گزارش /Report no.	--------
محل بازرسی / Location		ابعاد نمونه/ SIZE	
Material		فرایند / Process	
		تاریخ / Date of inspection /	

Ref. Standard استاندارد مرجع		Instrument type نوع دستگاه	یوک /Yoke ☐ OTHER ☐
Particles Type.		MAG / CURRENT نوع میدان و میزان جریان	
Demag.	Yes ☐ No ☐	Technique.	پس‌ماند Residual ☐ مداوم Continuous ☐

نتایج TEST RESULTS

ITEMVN		Defect Type نوع نقص	(L) mm طول نقص	REJECT مردود	ACCEPT قبول
۱					
۲					
Scheme: شکل					
OPERATOR : اپراتور			**ACCEPTED BY:** تأییدکننده		
Date			**Date**		

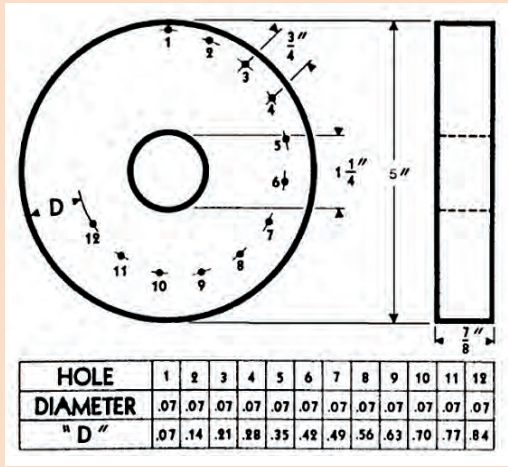
توجه: معیارهای پذیرش معمولاً همانند ملاک ارزیابی بازرسی چشمی در نظر گرفته می‌شود. استانداردهای مرتبط در روش چشمی آورده شده است.

تمرین

دستگاه یا ابزار مورد نیاز و مناسب را تعیین کنید:

دستگاه نشت‌دهنده میدان FIELD INDICATOR	نشان دادن عدم وجود مغناطیس در ماده
دستگاه مغناطیس ثابت STATIONARY MAGNET	بازرسی قطعات بسیار بزرگ در آزمایشگاه
دستگاه فرابنفش BLACK LIGHT	ایجاد نور فرابنفش
YOKE	بازرسی مغناطیسی ـ جوش در سایت
میله مرکزی CENTRAL CONDUCTOR	بازرسی قطعات متعدد گرد و کوچک رینگی
آهن‌ربا	بررسی فرومغناطیس بودن نمونه

عمق بازرسی یک دستگاه مغناطیس در یک نمونه چه میزان است؟
تنها راه تشخیص این ویژگی ساخت یک نمونه ارزیابی می‌باشد.
شما در تصویر یک نمونه را مشاهده می‌کنید. یک قطعه رینگی‌شکل که سوراخ‌هایی با قطر ثابت در عمق‌های مختلف از سطح تعبیه شده است. سپس این نمونه با روش مغناطیسی بازرسی می‌شود. جذب ذرات بر روی سطح نمونه و در محل نقص بیانگر توانایی بازرسی زیر سطحی می‌باشد.



HOLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIAMETER	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
" D "	.07	.14	.21	.28	.35	.42	.49	.56	.63	.70	.77	.84

شکل ۱۰ـ نمونه برای سنجش عمق بازرسی

ابعاد برحسب اینچ می‌باشند. این نمونه برای قطعات کشتی و هواپیما طراحی شده است.

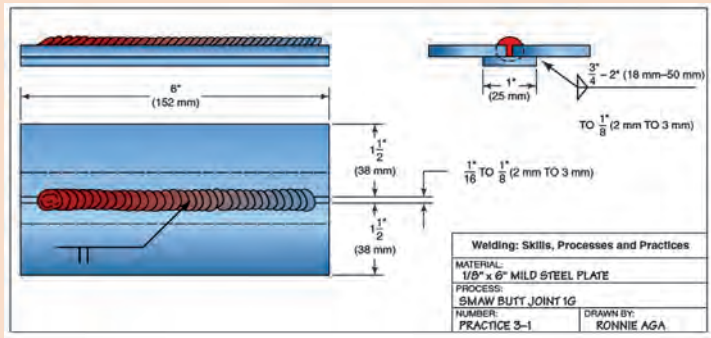
فعالیت کارگاهی ۱

جوشکاری پلیت فولادی در وضعیت تخت و بازرسی آن به روش ذرات مغناطیسی

دستور کار:

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی می‌باشند را تهیه کنید و سپس تمرین فوق را انجام دهید:

موارد مورد نیاز	توضیحات
تجهیزات فنی	دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده و دارای حفاظ محافظ، یوک، ذرات مغناطیسی، اسپری زمینه سفید، اسپری حاوی ذرات، نشان‌دهنده میدان، برس سیمی
مواد اولیه	دو عدد پلیت فولادی با ضخامت ۳mm و طول ۱۵۲mm یک عدد نوار فولادی به عنوان پشت‌بند
مواد مصرفی	الکترود E۶۰۱۳



شکل ۱۱ــ جوشکاری اتصال مربعی با پشت‌بند

۱ **ابتدا براساس نقشه ..... دو پلیت فولادی را به صورت اتصال لب به لب در وضعیت تخت به یکدیگر متصل کنید.**

۲ **سپس نمونه‌ها را خنک کنید، و با استفاده از برس‌های سیمی سطح جوش را تمیز کنید.**

۳ **قطعه جوشکاری شده را با استفاده از روش بازرسی ذرات مغناطیسی، ارزیابی کنید و عیوب موجود در قطعه را شناسایی کنید.**

۴ **نتایج بازرسی را با کشیدن تصویر نمونه و شکل نقص در فرم گزارش ثبت کنید.**

توجه: در این فعالیت ممکن است نقصی ایجاد نگردد، در این صورت قطعه را سالم گزارش نمایید.

فعالیت کارگاهی ۲

جوشکاری پلیت فولادی در وضعیت تخت و بازرسی آن به روش ذرات مغناطیسی

دستور کار:

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی می‌باشند را تهیه کنید و سپس تمرین فوق را انجام دهید:

موارد مورد نیاز	توضیحات
تجهیزات فنی	دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده و دارای حفاظ محافظ، یوک، ذرات مغناطیسی، اسپری زمینه سفید، اسپری حاوی ذرات، نشان‌دهنده میدان، برس سیمی
مواد اولیه	دو عدد پلیت از جنس فولاد فنر با ضخامت ۳mm و طول ۱۵۲mm یک عدد نوار فولادی به عنوان پشت‌بند
مواد مصرفی	الکترود E۶۰۱۳

۱ دو پلیت فولادی را به صورت اتصال لب به لب در وضعیت تخت به یکدیگر متصل کنید، بلافاصله در آب سرد فرو ببرید، به احتمال زیاد دچار نقص می‌شود.

۲ سپس با استفاده از برس سیمی سطح جوش را تمیز نمایید.

۳ قطعه جوشکاری شده را با استفاده از روش بازرسی با ذرات مغناطیسی، ارزیابی کنید و عیوب موجود در قطعه را شناسایی کنید.

۴ نتایج بازرسی را با کشیدن تصویر نمونه و شکل نقص در فرم گزارش ثبت کنید.

فعالیت کارگاهی ۳

از هنرجویان درخواست کنید نمونه بازرسی‌شده با نقص چاله جوش در بازرسی با مواد نا فذ را با روش مغناطیسی بازرسی و نتایج را در مقایسه با بازرسی با مواد نافذ گزارش نمایند.

۱ دقت در مراحل بازرسی را کنترل نمایید.

۲ در گزارش به موارد زیر نیز اشاره گردد:

- ☐ سرعت و زمان بازرسی
- ☐ اندازه نقص
- ☐ حساس و شفاف بودن
- ☐ اندازه‌گیری حفره‌های کوچک

ارزشیابی پایانی ـ بازرسی با ذرات مغناطیسی

قابل توجه هنرآموز گرامی

پیشنهاد می‌گردد هنرجویان با استفاده از هر دو روش مرئی (WHITE CONTRAST) و فلورسانس با استفاده از نمونه‌های از قبل آماده شده ارزشیابی به عمل آید. این نمونه‌ها می‌توانند از همان نمونه‌های تولید شده در روش مایع نافذ و یا ذرات مغناطیسی باشد. نمونه‌ها به کسانی که آن را تولید نموده‌اند ارجاع نگردد.

شرح کار: بازرسی دو نمونه جوشکاری شده با روش فلورسانس و روش مرئی (WHITE CONTRAST)

استاندارد عملکرد

بازرسی قطعات با استفاده از مواد نافذ جهت شناسایی عیوب سطحی و یا راه یافته به سطح برابر مرجع استاندارد

شاخص‌ها

- تمیزکاری
- اعمال جریان
- پاشش ذرات
- بازرسی و شناسایی نواقص
- مغناطیس‌زدایی
- ثبت عیوب شناسایی‌شده با مارکر + استاندارد
- تکمیل فرم بازرسی با ذرات مغناطیسی

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات

شرایط: زمان ۲ ساعت (دو نمونه)

ابزار و تجهیزات: اسپری ذرات مغناطیسی مشکی و فلورسانس اسپری زمینه سفید، تمیزکننده سطح، چراغ فرابنفش، مارکر و فرم گزارش بازرسی کولیس

معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تمیزکاری	۱	
۲	اعمال جریان	۱	
۳	اعمال ذرات مغناطیس‌شونده	۱	
۴	بازرسی و شناسایی نواقص	۲	
۵	مغناطیس‌زدایی	۱	
۶	ثبت نتایج و گزارش	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:		۲	
میانگین نمرات		*	

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.